

## **MODELOS MENTALES Y OBSTÁCULOS EN EL APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SOBRE EL SISTEMA INMUNE**

### **MENTAL MODELS AND OBSTACLES IN COLLEGE STUDENTS LEARNING ON THE IMMUNE SYSTEM**

**Mary Orrego Cardozo**  
**Oscar Eugenio Tamayo Alzate, Ana Milena López Rua**

**1 Universidad Autónoma de Manizales y Universidad Nacional de Colombia**  
sede Manizales, [maryorrego@autonoma.edu.com](mailto:maryorrego@autonoma.edu.com)

**2 Universidad de Caldas y Universidad Autónoma de Manizales,**  
[oscar.tamayo@ucaldas.edu.co](mailto:oscar.tamayo@ucaldas.edu.co)

**3 Estudiante de Maestría en Universidad Autónoma de Manizales,**  
[cpe.analopez@gmail.com](mailto:cpe.analopez@gmail.com)

88

#### **RESUMEN**

En esta investigación en curso pretendemos identificar los diferentes modelos explicativos que tienen los estudiantes sobre los procesos metabólicos que se desencadenan en el sistema inmune y a partir de los modelos identificar los diferentes tipos de obstáculos frente al aprendizaje de estos procesos. La identificación de los modelos de los estudiantes y de los obstáculos frente al aprendizaje nos permitirá orientar acciones de enseñanza con el propósito de lograr en los estudiantes aprendizajes en profundidad de los diferentes temas enseñados y lograr un desempeño académico más competencial.

Planteamos un estudio cualitativo comprensivo y con intencionalidad transformadora de la enseñanza y el aprendizaje de los procesos metabólicos que se desencadenan en el sistema inmune como respuesta a la acción de microagresores en el contexto de la educación universitaria. Presentamos aspectos teóricos, metodológicos y un análisis inicial de las ideas previas que tienen 37 estudiantes de segundo semestre de Odontología de la Universidad Autónoma de Manizales.

**PALABRAS-CLAVE.** Obstáculos frente al aprendizaje, modelos mentales, inmunología, enseñanza.

#### **ABSTRACT**

In this research in process we want to identify the different explanatory models that the students have about the metabolic processes that are triggered in the immune system and from models different identify types different the epistemological

obstacles to learning of these processes. The identification the students models and the epistemological obstacles will allow us to orientate the teaching actions with the purpose achieve in the students in-depht learning the different topics learned and to achieve more academic competence.

In this research is present a comprehensive qualitative study with intentional purpose transforming teaching and learning of metabolic processes which are triggered in the immune system as answer to the action of microagresores in the context of university education. We present theoretical, methodological and an initial analysis of the previous ideas that have 37 students in the second half of Dentistry of the Autonoma University of Manizales.

**KEYWORDS:** Obstacles to learning, mental models, immunology, teaching.

## INTRODUCCIÓN

Palmero *et al.*, (2001) plantean que los modelos mentales como formas de abordar el estudio de las representaciones se ha convertido en la actualidad en un referente obligado por cuanto la investigación educativa ha ido dejando clara la necesidad de tratar el conocimiento del que dispone el estudiante y que trae al aula desde una perspectiva psicológica. Dadas las dificultades de conceptualización y de aprendizaje que la práctica docente y la propia investigación reflejan, se hace imprescindible buscar otros modos de entender lo que ocurre en los procesos y eventos educativos y para ello hemos de recurrir a la forma según la cual la información que la escuela ofrece se procesa; es por ello por lo que tenemos que procurar comprensión al respecto, tenemos que ser capaces de explicar y de predecir qué es lo que ocurre con nuestros estudiantes y para ello es ineludible descender al terreno psicológico, a la psicología de la cognición. Es desde esta perspectiva desde donde aparecen los modelos mentales como mecanismos para comprender la manera según la cual se generan las representaciones mentales y una de esas posibilidades la ofrece la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird.

El estudio de los modelos mentales en la enseñanza de las ciencias, además de su intencionalidad descriptiva, propone el uso de modelos como estrategia de enseñanza y de aprendizaje, lo cual ha conducido a una fructífera línea de investigación denominada, en términos generales, enseñanza y aprendizaje basado en modelos (Gilbert, Boulter and Elmer 2000, Clement and Rea-Ramirez, 2008, Nersessian 2008), la cual tiene como propósito central lograr aprendizajes en profundidad en los estudiantes (Franco and Colinvaux, 2000, Gilbert, Boulter and Elmer, 2000), determinar la validez de modelos expresados y lograr mejores comprensiones de los modelos históricos en los diferentes campos del saber a través de la enseñanza (Gilbert, Boulter and Elmer, 2000). El uso de los modelos con estos

finest se constituye en una estrategia para la cualificación de la enseñanza de las ciencias, la cual podría potenciarse a través de la identificación de los obstáculos frente al aprendizaje como puente entre los modelos mentales y las actividades de enseñanza. La identificación de los modelos mentales de los estudiantes tiene como propósito central reconocer los obstáculos que ellos tienen frente al aprendizaje de los conceptos enseñados por los profesores, de tal manera que se constituyen en punto de partida del actuar de los profesores en el aula.

En la enseñanza de las ciencias naturales se han realizado muchos estudios para identificar los modelos que tienen los estudiantes acerca de diferentes conceptos y se ha llegado a determinar que después de la escolaridad de muchos temas, persisten en ellos las concepciones alternativas adquiridas en diferentes contextos de acuerdo a las experiencias de la vida cotidiana y de sus vivencias en la escuela (Giordan y de Vecchi, 1995). La mayoría de los estudios para identificar los modelos se han realizado en niños y niñas en edad escolar y en jóvenes de la escuela secundaria, pero pocos investigadores han incursionado en el nivel universitario.

Partiendo de lo anterior, la pregunta central de la investigación es: *¿Cómo enseñar en profundidad los procesos metabólicos que se desencadenan en el sistema inmune como respuesta a la acción de microagresores, en el contexto de la educación universitaria?*

## **MARCO TEÓRICO**

### **Representaciones semióticas**

Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que representan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior. Estas representaciones son construidas tanto por científicos como por cualquier otro sujeto, en el primer caso obtendríamos una teoría científica y, en el segundo, una teoría intuitiva acerca del mundo (Tamayo, 2006). Podemos representar en nuestra mente todo lo que nos rodea y percibimos con los sentidos, pero también podemos representar algo que imaginamos sin necesariamente verlo o sentirlo.

Al igual que encontramos representaciones externas, producidas en gran medida por la acción intencionada de las personas, podemos referirnos a las representaciones internas como a aquellas representaciones que "ocupan un lugar" en la mente de los sujetos. Las representaciones internas, mentales, nos permiten mirar el objeto en ausencia total del significante perceptible, pueden ser conceptos, nociones, creencias, fantasías, guiones, modelos mentales, imágenes, entre otras.

## Modelos mentales como representaciones

Un problema fundamental y común para la psicología y para la didáctica es averiguar cómo los sujetos representan mentalmente su conocimiento acerca del mundo, cómo operan mentalmente con esas representaciones y cómo estas pueden construirse, reconstruirse y cambiar tanto en contextos de enseñanza como en ambientes cotidianos. El uso de nuestras representaciones no se circunscribe a ambientes específicos, las empleamos para la resolución de cualquier problema, bien sea este del ámbito educativo, familiar o laboral; para ello ponemos en juego diferentes formatos para representar la información según la complejidad del problema, nuestra experiencia, los propósitos de la inferencia, y nuestra habilidad para utilizar inteligentemente los códigos de representación, (Rivière, 1986).

91

Los modelos mentales de las personas reflejan sus creencias sobre el sistema, en tal sentido, debe existir correspondencia entre el modelo mental construido por el sujeto y el mundo real al cual este modelo hace referencia. En este mismo sentido, es importante destacar que los modelos mentales son dinámicos, incompletos, inespecíficos, parsimoniosos y evolucionan permanentemente al interactuar con el contexto. Independientemente de estas características los modelos mentales pueden ser usados de forma adecuada por los sujetos en los contextos en los que ellos se desenvuelven (Johnson-Laird, 1983, Norman, 1983, Vosniadou, 1992, 1997).

Desde la perspectiva de Johnson-Laird el discurso sobre un modelo mental se basa en tres ideas centrales: a.) un modelo mental representa el referente de un discurso, esto es, la situación que el discurso describe, b) la representación lingüística inicial de un discurso captura el significado de ese discurso, o sea, el conjunto total de situaciones que puede describir y c) un discurso es juzgado como cierto si incluye como mínimo un modelo del mundo real.

## Obstáculos frente al aprendizaje

La importancia para la didáctica de las ciencias de modelizar el pensamiento y la acción de los estudiantes en campos específicos del conocimiento reside básicamente en la identificación de posibles obstáculos (Bachelard, 1994; Astolfi, 1998) frente al aprendizaje. La identificación de obstáculos de diferente naturaleza (epistemológica, ontológica o cognitivo-lingüística) permitirá diseñar acciones de enseñanza en función de superarlos para propiciar aprendizajes en profundidad.

Esponáneamente se tienen como sinónimos *obstáculos y dificultades*, lo cual está de acuerdo con la etimología de la palabra obstáculo. No obstante, Bachelard no lo entiende así cuando habla del *obstáculo epistemológico*. Para él, el obstáculo es

un tipo de conocimiento ya disponible, que frecuentemente está instalado en nuestra mente desde hace mucho tiempo y no lo hemos percibido como tal. Lejos de ser una dificultad mental, resulta de una facilidad intelectual que nos otorgamos, muy a menudo sin ser ya conscientes de ello.

### Modelos explicativos en inmunología

En el terreno conceptual, la inmunología ha estado enmarcada dentro de teorías más o menos explícitas como el modelo natural, el modelo militar y otros hasta llegar al modelo científico. Estos modelos explicativos en inmunología se han explorado poco y no es común encontrarlos en la literatura con su nombre “explícito”, sino más bien estudios históricos y epistemológicos de la inmunología, donde podemos reconocer varios modelos conceptuales, entendiendo que son representaciones que se ha hecho el sujeto de los mecanismos inmunológicos y que éstas dependen del contexto en el cual se desenvuelve; esa familia de modelos permite comprender que es lo que ha significado para el hombre la inmunología y su construcción a lo largo de la historia.

De acuerdo con las revisiones realizadas, integramos el desarrollo de la inmunidad en los modelos que se muestran en la tabla 1:

Modelos explicativos	Aproximación teórica
Sobrenatural	Enfermedad como forma de castigo teúrgico de los dioses o los enemigos.
Desequilibrio	Las enfermedades eran atribuidas a una alteración o desequilibrio en uno de los 4 humores: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra
Teoría miasmática	Las enfermedades como el cólera y la peste negra eran causadas por un miasma, una forma nociva de aire ahogado; si alguien era expuesto al miasma podía adquirir la enfermedad.
Modelo clásico o biológico	La respuesta inmune tiene su fundamento en una metáfora militar. El cuerpo responde frente a amenazas externas.
Pre-científico	No se sufre una enfermedad infecciosa dos veces y de padecerla la recaída nunca es mortal.
	La exposición a agentes patógenos otorga inmunidad duradera.
	La inmunidad se adquiere por variolización, escarificación o ingestión gradual de tóxicos

	Surgimiento de la inmunidad adquirida de manera activa.
Científico	Vacunación
	Bacterias como causantes de enfermedad
	Relación bacteria-enfermedad

*Tabla 1. Modelos explicativos en inmunología.*

## METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos planteados en este trabajo, se lleva a cabo un estudio de casos interpretativo con un grupo conformado por 37 estudiantes universitarios de segundo semestre de Odontología de la Universidad Autónoma de Manizales.

Se recogió información sobre el campo conceptual de la inmunología. Para la recolección de la información se aplicó un instrumento en el cual se plantearon afirmaciones en las cuales el estudiante debía seleccionar una de cuatro opciones (CA: completamente de acuerdo, A: de acuerdo, D: en desacuerdo, y CD: completamente en desacuerdo); cada una de estas afirmaciones estaba acompañada de un espacio en blanco donde el estudiante debía explicar su respuesta. Se propusieron además preguntas abiertas referidas a situaciones cotidianas o casos clínicos relacionados con los mecanismos inmunológicos. Se incluyó también una pregunta en la cual los estudiantes debían responder mediante el empleo de dibujos.

El análisis se está realizando en el programa Atlas-ti, en el cual podemos modelizar el pensamiento del estudiante, el cual incluye las siguientes categorías de análisis: aspectos ontológicos, aspectos epistemológicos y aspectos cognitivo-lingüísticos.

En coherencia con el referente teórico abordado, en la primera fase de la investigación se buscó identificar las ideas acerca de los mecanismos inmunológicos pertinentes y disponibles en la estructura de conocimiento de los estudiantes, el grado de apropiación de estos conceptos y las relaciones establecidas entre ellos. Indagamos por conceptos como: inflamación, fagocitosis, inmunidad adquirida, inmunidad natural y receptores.

Para la segunda fase de la investigación se está realizando el análisis de los aspectos cognitivo-lingüístico y ontológicos. En el primero se pretende determinar la causalidad del discurso, el uso especializado de términos y la exigencia conceptual. El análisis ontológico nos permitirá identificar las concepciones inducidas, espontáneas y/o analógicas que determinan las respuestas de los estudiantes. Posteriormente

podremos identificar y caracterizar los modelos mentales que tienen los estudiantes universitarios sobre la inmunología.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

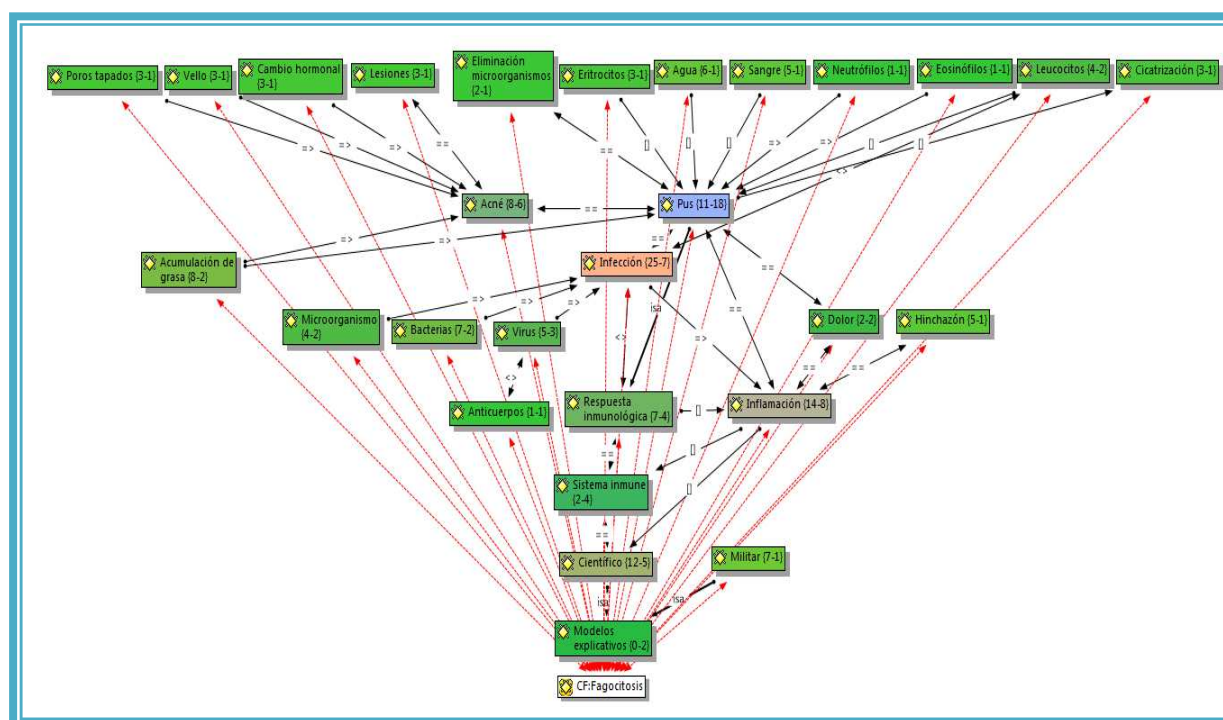
Se presentan los resultados iniciales de la investigación, que corresponden a las ideas previas que tienen los estudiantes sobre algunos mecanismos inmunológicos. Presentaremos la sub-categoría de análisis epistemológico: fagocitosis. Además, ubicaremos algunas respuestas en dos modelos explicativos de la inmunología. Para el análisis cognitivo-lingüístico haremos una descripción general de lo encontrado hasta el momento. Para el análisis ontológico mostraremos algunas concepciones espontáneas e inducidas encontradas en los estudiantes. Por último, presentaremos los obstáculos que hemos encontrado hasta el momento.

94

### Sobre el análisis epistemológico

#### *Sub-categoría fagocitosis:*

A continuación se muestra, la red semántica para la sub-categoría “fagocitosis”, a partir de la cual realizamos los diferentes análisis:



En la exploración de ideas previas en la sub-categoría referida a fagocitosis se presentaron preguntas relacionadas con procesos de inmunidad natural que tienen que ver con la fagocitosis y la inflamación, que son mecanismos de defensa



inespecíficos; de acuerdo al desarrollo histórico de la inmunidad, estos procesos se desarrollaron a partir de 1880 y hacen parte del modelo científico de la inmunidad.

Los modelos explicativos encontrados en el grupo de estudio para explicar mecanismos de defensa de la inmunidad natural son: el científico y el clásico o biológico. A continuación se hace referencia a cada uno de los modelos mencionados.

### ***Modelo científico:***

El análisis de la información que se muestra a continuación lo consideramos parte del modelo científico porque aparecen términos característicos de acuerdo a la evolución histórica del concepto de inmunidad.

En el análisis de la información de la categoría fagocitosis encontramos, en muy pocos estudiantes, expresiones que relacionan el término respuesta inmunológica con el sistema inmune. Cuando se plantea a los estudiantes que el acné ocasiona lesiones con pus, o cuando se plantea que en algunos casos de amigdalitis se observan placas blanquecinas en las amígdalas, ellos se refieren al pus o a las placas blanquecinas como una respuesta del sistema inmune para atacar la infección como se puede evidenciar en las siguientes respuestas:

- 18.25 *"D, el pus se produce como una respuesta del sistema inmune para atacar la infección de la zona ya que los leucocitos migran hacia esa zona."*

- 10.12. *"Son respuesta de nuestro sistema inmunológico, produciendo una especie de llagas blancas."*

Podemos inferir que los estudiantes ven el pus o las placas blanquecinas como una respuesta inmune y no como una consecuencia de los eventos moleculares sucedidos en mecanismos de defensa inespecíficos como los procesos de fagocitosis e inflamación. El término fagocitosis no es expresado por ningún estudiante para dar respuesta a las preguntas planteadas mientras que el término que aparece para dar explicación es el de inflamación.

En las respuesta que aparecen a continuación se puede establecer que los estudiantes se refieren a la inflamación como una hinchazón, usan estos dos términos como sinónimos desconociendo que una de las características del proceso de inflamación es la presencia de edema (hinchazón) ocasionado por la transvasación de líquidos y proteínas a los tejidos afectados. Edema no es usado por los estudiantes y desde el punto de vista molecular no diferencian inflamación e hinchazón:

- 10.10. *"Creo que estas placas se forman debido a la hinchazón de las amígdalas, cuando un microorganismo entra a nuestro cuerpo."*



- 10.5. *"Creo que es por medio de el virus, que se..... y con anticuerpos trata de contrarrestarlos y se da la flema mucosidad de las amígdalas hinchazón pura con secuelas de la misma forma de combatirlos."*

### **Modelo clásico:**

En este modelo se compara el sistema inmune como un sistema militar o de defensa, en esta metáfora el funcionamiento del sistema inmune se activa frente a una amenaza proveniente "del exterior, percibida como externa y cuya función es atacar o combatir lo extraño. A continuación se muestran algunas respuestas en las cuales se infiere que los estudiantes consideran el sistema inmune como un sistema clásico:

- 10.4. *"Esas placas blanquecinas se pueden formar porque las defensas del cuerpo las combaten y así poder ser expulsadas y bajar la inflamación de las amígdalas."*

- 10.9. *"Estos son los virus que han muerto cuando se han atacado."*

- 10.22. *"Estas placas son las defensas que atacan las bacterias o virus que entran por el aire, ocasionando que actúen y no pasen de allí."*

- 10.25. *"Se forman debido a los leucocitos que llegan atacar la infección en las amígdalas."*

- 10.35. *"En las amígdalas en donde va a estar alojado el virus por tanto busca un medio de defensa para acabar con él, todas esas acumulaciones son a causa de las defensas."*

En las respuestas de los estudiantes se identifican las características del modelo clásico. Son las defensas las encargadas de atacar bacterias o virus que han entrado del exterior como se puede evidenciar en las respuestas 10.4, 10.22, 10.35, pero en estas expresiones se dice de manera general que son las defensas las que atacan o combaten a los microorganismos, no se puede saber quienes o qué son las defensas ni cuáles son los mecanismos que permiten eliminar el agente extraño. En la expresión 10.25 se especifica que son los leucocitos los que llegan a atacar la infección, aquí ya se asigna la función de ataque a los linfocitos, pero tampoco se hace explicación de cómo atacan, además en esta respuesta no se hace explicación de los causantes de la infección; es decir, no se dice que es lo que ataca los leucocitos.

### **Sobre el análisis ontológico**

El análisis sobre los aspectos ontológicos se centra básicamente en identificar, a partir de los textos elaborados por los estudiantes, diferentes concepciones alternativas acerca de la inmunología. Estas concepciones pueden ser espontáneas,

inducidas o analógicas. Para ello se tiene siguiente caracterización general, (Pozo, 1989):

Concepciones espontáneas	Concepciones inducidas	Concepciones analógicas
Se forman en el intento de dar significado a las actividades cotidianas.	Son creencias inducidas debido a procesos de socialización.	Se derivan de las comparaciones que se realizan con hechos de la vida cotidiana.
Se forman por las percepciones sensoriales que tienen las personas acerca del mundo.	Asimilación de creencias, la cultura, el lenguaje.	Se originan al estudiante no poseer concepciones espontáneas sobre algún tema, como respuesta actúan por analogía.

*Figura 1. Red semántica para el análisis de la sub-categoría fagocitosis.*

### ***Concepciones espontáneas:***

El análisis de las concepciones espontáneas en el grupo de los 37 estudiantes de segundo semestre de odontología de la Universidad Autónoma de Manizales, permite identificar las siguientes concepciones espontáneas:

- La vacuna como independencia, autocuidado y autoestima
- 11.34. *"creo que cada persona debe tomar consciencia de si mismo y no limitarse a lo que sus padres hagan por él."*
- 11.36. *"no porque es necesario hacernos vacunar contra esta enfermedad donde nos puede llegar a causar la muerte por no querernos ni valorarnos."*

El posible desconocimiento de la vacuna como una forma de inmunizar a las personas, induciendo la producción de anticuerpos mediante la aplicación de antígenos, lleva a los estudiantes a explicar que la vacuna como una forma de amor propio.

- A los niños les da fiebre por cualquier herida
- 9.13. *"El médico les diría que la fiebre es por los golpes causados y como los niños por cualquier herida les da fiebre, entonces será muy normal."*

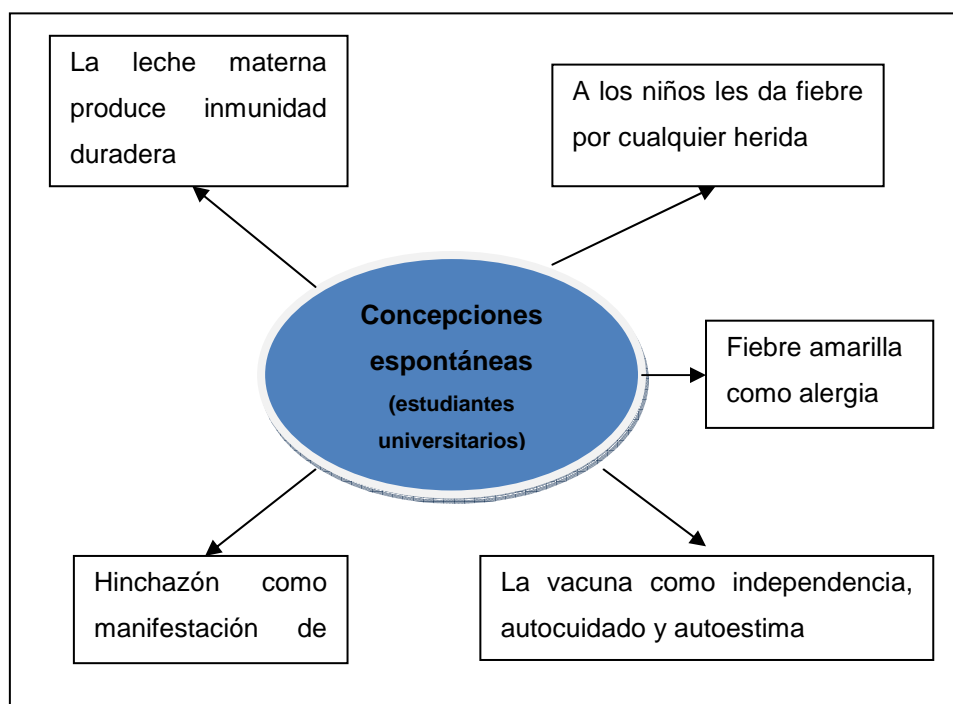
Este tipo de respuesta muestra la influencia de las experiencias cotidianas en algunas explicaciones. Sin embargo, cabe anotar que los niños realmente son más propensos a tener la temperatura elevada debido a que su sistema inmunológico se está desarrollando.

- La leche materna produce inmunidad duradera
- 15.18. "CA, creo que si porque la leche materna tiene muchos nutrientes, la verdad en mi caso personal puedo decir que es realidad porque yo no me enfermo con frecuencia. Y si estoy cerca de una persona que tiene gripa no se me "me pega".

La inmunidad pasiva es una forma de protección rápida, no es duradera. La inmunidad pasiva materna es un tipo de inmunidad pasiva adquirida de manera natural; se adquiere durante el embarazo y se refuerza a través de la lactancia materna.

Los estudiantes manifiestan concepciones que pueden identificarse como espontáneas, puesto que se basan en experiencias personales de tipo sensorial y observacional, como es el caso de declarar que por ser alimentado con leche materna, por experiencia personal ese estudiante es menos propenso a enfermarse.

La siguiente figura muestra algunas de las concepciones espontáneas encontradas hasta el momento en el grupo estudiado:



### ***Concepciones inducidas o transmitidas:***

Los medios de comunicación, la interacción con amigos y familiares e incluso con los profesores constituyen una fuente de información de primera mano para los estudiantes. De allí obtienen ideas que fundamentan sus creencias y con las cuales forman sus conceptos sobre los fenómenos que observan (Figuerola *et al.*, 2006).

El análisis de las concepciones transmitidas en el grupo de los 37 estudiantes de segundo semestre de odontología de la Universidad Autónoma de Manizales, permite identificar las siguientes concepciones inducidas:

- La vasoconstricción provoca la inflamación
- La bioseguridad disminuye el riesgo de enfermedades
- La hinchazón combate el dolor
- Enfermedades causadas por bajas defensas
- Cantidad de anticuerpos determina la predisposición a enfermedades
- La inmunidad se hereda en los genes
- Barreras naturales disminuyen el riesgo de infecciones
- Placas blanquecinas como infección

El uso de términos especializados es uno de los factores más importantes para identificar este tipo de concepciones, pues estos, sean bien o mal utilizados, reflejan un conocimiento sobre el tema, ya sea a través de libros de texto, del profesor o del contexto cultural. Además, muchas de estas concepciones, como la de manifestar que nos enfermamos cuando tenemos las defensas bajas, es una creencia muy popular que se transmite culturalmente.

Lo anterior refleja la influencia del lenguaje cotidiano y cómo a través de éste cobran fuerza las creencias personales que terminan interfiriendo con el lenguaje científico, ya que para los estudiantes prima el saber popular porque en él encuentran explicaciones acordes con su realidad (Cazden, 1991. Citado por *ibid.*).

### **Sobre el análisis cognitivo- lingüístico**

Plantear que son discursos causales no es nuevo, (Gutiérrez, 1996) y este hecho se confirma en nuestra investigación. Se observó la tendencia general a elaborar discursos causales en los que no es clara la funcionalidad de las diferentes proposiciones utilizadas en el conjunto total de la explicación. Esta alta causalidad está acompañada de un bajo número de variables en las explicaciones (2 máximo 3), lo que sugiere la elaboración de discursos con poco poder explicativo.

Se evidencia una dificultad para dar significado global a las explicaciones realizadas por los estudiantes, debido a la ausencia de proposiciones unificadoras en su discurso. Esto sugiere que en una sola respuesta podemos encontrar varias proposiciones con ideas diferentes, indicando una intencionalidad en la explicación inicial que se pierde llegando a otra proposición diferente e incluso contradictoria.

## Obstáculos encontrados

A medida que hacemos el análisis epistemológico, hemos ido encontrando posibles obstáculos que impiden explicaciones más coherentes desde el punto de vista del conocimiento científico. Sin embargo, cabe anotar que a medida que la investigación avance posiblemente surgirán unos nuevos. El primer obstáculo encontrado es un distanciamiento entre los conceptos aprendidos previamente y su aplicación en la explicación o comprensión de los fenómenos cotidianos.

El segundo obstáculo asociado al análisis epistemológico es creer demasiado en el sentido común y dar poco valor al conocimiento científico estudiado en el momento de resolver problemas. También encontramos una dificultad general para usar el lenguaje especializado; no obstante, aunque aparecen algunos términos especializados se presenta dificultad para dar explicaciones a nivel molecular.

Un obstáculo que se evidencia frecuentemente es el uso de analogías: considerar el sistema inmune como un sistema militar en el cual las células son soldados que atacan los microagresores. En este sentido, se evidencian posibles cierres prematuros por el uso de las analogías; es decir, que la influencia de una buena analogía (manifestada por los medios de comunicación, libros de texto o el profesor) se ha convertido en un obstáculo para una aproximación científica del conocimiento sobre el funcionamiento del sistema inmunológico.

El uso de lenguajes tautológicos que reflejan poca comprensión y que evidencian el empleo de discursos descriptivos puede constituirse en un obstáculo para la evolución conceptual; en donde es característico el empleo de discursos descriptivos con dominio de relaciones causales simples.

## CONCLUSIONES

El estudio de las representaciones mentales de los estudiantes desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias tiene como propósito central conocer en detalle los procesos mediante los cuales los estudiantes construyen y reconstruyen su conocimiento. Para ello creemos que es indispensable afrontar su estudio desde una perspectiva multidimensional en la cual se consideran aspectos de diferente naturaleza tales como los epistemológicos, ontológicos y cognitivo-lingüísticos. El estudio de las representaciones mentales de los estudiantes es un punto de partida para orientar acciones encaminadas a la evolución de conceptos científicos y a alcanzar aprendizajes más significativos (Tamayo y Sanmartí, 2007).

Para la didáctica de las ciencias la importancia de identificar posibles obstáculos de diferente orden, reside en que permite, al menos teóricamente, definir con mayor

detalle elementos centrales para la intervención didáctica, tanto desde su programación como en todas aquellas actividades de autorregulación propias de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Después de identificar los modelos mentales que tienen los estudiantes y definir los obstáculos frente al aprendizaje, nos proponemos elaborar una unidad didáctica que, nos permita no “cambiar” los modelos que ellos tienen, sino al menos orientarlos en la utilización significativa de éstos en diferentes contextos, lo cual va en coherencia con la evolución conceptual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astolfi, J.P.** (1998). Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 375 – 385.
- Bachelard, G.** (1994). La formación del espíritu científico. Siglo XXI: México.
- Clement, J. J. & Rea-Ramirez, M. A.** (2008). Model Based Learning and Instruction in Science. Springer: USA.
- Figuerola, R., Utria, C. & Colpas, R.** (2006). Entendimiento conceptual de los estudiantes del nivel de básica secundaria sobre el concepto de ácido. *TEA*, 19, 22 – 31.
- Franco, C. & Colinviaux, D.** (2000). Grasping Mental Models. In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (Eds). *Developing Models in Science Education*. 93-118. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. & Elmer, R.** (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (Eds). *Developing Models in Science Education*. 3-18. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Giordan, A. & de Vicchi, G.** (1995). Los Orígenes del Saber. De las Concepciones personales a los Conceptos Científicos. Diada Editores: Sevilla.
- Johnson-Laird, P. N.** (1983). Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Harvard University Press: Cambridge. MA.
- Gutiérrez, R.** (1996). Modelos mentales y concepciones espontáneas. *Alambique*, 7, 73-86.
- Nersessian, N.** (2008). Creating Scientific Concepts. The MIT Press: Cambridge.
- Norman, D. A.** (1983). Some observations on mental models. In: Gentner, D. and Stevens, A. L. (Eds.). *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Palmero, M. L., Marrero, J. & Moreira, M. A.** (2001). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*. 6(3): 243-268.
- Pozo, J.** (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Morata: Madrid.

**Rivière, A.** (1986). Razonamiento y representación. Siglo XXI: España.

**Tamayo, O. E.** (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII (45): 37-49.

**Tamayo, O. & Sanmartí, N.** (2007). High-School Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education*, 29( 2), 215-248.

**Vosniadou, S. & Brewer, W.** (1992). Mental models of the earth: A study of the conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*. 24: 535-585.

**Vosniadou, S.** (1997). On the development of the understanding of abstract ideas. In: Härnqvist & Burgen (Eds.). *Growing up with science. Developing early understanding of science*. Athenaeum Press: Great Britain.